

长江口及其邻近海区环流和温、盐结构 动力学研究*

I. 定解条件与研究方案

刘兴泉^① 尹宝树 侯一筠

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 长江口及其邻近海区的水动力学研究因其与沿岸地区的经济发展关系密切而倍受海洋学者的广泛关注。为了揭示该海区环流的动力过程和温、盐结构的分布特征及其动力成因,首先在对研究海区的地形特征、海面风应力、海面温度、海面盐度以及北、南、东三个液边界温度和盐度现场观测资料进行全面分析的基础上。选定适合于研究海区的三维斜压流体动力学模型(POM)。以研究海区冬、春、夏和秋季的海面风应力、海面温度和盐度资料作为海面边界条件,以北、南和东三个液边界的温度和盐度资料作为侧向液边界条件,并考虑长江径流、台湾暖流和东海沿岸流等外海入流的影响,对研究海区(120.9°E—124°E, 29.5°N—33°N)四个季节的斜压环流和温、盐结构实施了动力学数值研究。获得了与观测事实相一致的三维流速和温、盐结构的分布特征。从动力学角度揭示并阐明长江口及其邻近海区水平环流和垂直环流的动力过程以及温、盐结构的分布特征和动力成因,为海区的生态动力学研究提供动力条件。

关键词 长江口邻近海区, 环流, 温盐结构, 海面边界, 侧向液边界

中图分类号 P731.1

长江口及其邻近海区的水动力学研究一直受到海洋学者们的广泛关注,早在19世纪50年代末60年代初的全国海洋普查,就对该海区的物理、化学、地质和生物等学科进行了调查研究。19世纪80年代中期,为了论证长江三峡工程对长江口及其邻近海区生态环境的影响,又对该海区进行了多学科调查研究。迄今为止,对于长江口及其邻近海区的水文状况以及长江冲淡水的性质、分布特征、路径及其转向原因,中外学者已做过不少工作。管秉贤(1962)就对长江冲淡水环流进行了论述。毛汉礼(1963)又对长江冲淡水及其混合问题进行了初步探讨,乐肯堂等(1984, 1986, 1989, 1992),对长江冲淡水的路径、洪水期盐度分布和海流结构及其季节变

化进行了分析。赵保仁等(1991a, b, 1993)、顾玉荷(1985)、林金祥等(1985)、浦泳修等(1983)、张庆华等(1993 a, b)对长江冲淡水的转向原因、异常变化、输运和扩散路径、盐度锋和冲淡水与邻近海域生态环境的关系等进行了研究。近年来,朱建荣等(1997, 1998)、吕新刚等(2007)分别对长江口附近海区的环流、冲淡水的转向原因和上升流的潮生机理进行了数值实验和模拟。

基于目前长江口及其邻近海区水动力学的研究现状,本研究将从三维斜压流体动力学模型(POM)出发,以研究海区冬季、春季、夏季和秋季的海面风应力、温度和盐度资料作为海面边界条件; 与外海界面处的温度和盐度资料作为侧向液边界条件; 并考

* 国家自然科学基金重点基金资助项目, 50339040 号和 90411013 号及中国科学院知识工程创新项目, KZCX3-SW-232 号和 KZCX2-YW-201 号。

① 通讯作者: 刘兴泉, 副研究员, E-mail: xqliu07@163.com

收稿日期: 2007-01-24, 收修改稿日期: 2007-11-06

考虑长江径流、台湾暖流和东海沿岸流的影响; 通过动力学的数值研究, 揭示并阐明长江口及其邻近海区斜压环流的动力过程及其温、盐结构的分布特征和动力成因。

1 研究海区的地形特征

研究海区的地形特征如图 1 所示, 长江口及其邻近海区岸线曲折, 岛屿棋布, 海底地形复杂, 在长江口除了崇明岛和其以南河道入海口的长兴岛和横沙岛外, 在杭州湾口还有一个以舟山等岛屿组成的舟山岛群。长江河道在徐六泾以下, 被崇明岛分成南、北两支, 南支河段在浏河口以下又被长兴岛和横沙岛分为南港和北港, 南港在九段以下又被九段沙分为南槽和北槽, 从而使长江形成三级分汊四口入海的态势(严以新等, 2001; 程江等, 2007)。由海区等深线分布可以看出, 长江口以北和以南近岸海底地形变化平缓, 除杭州湾内靠近北岸近似椭圆形洼地的水深略大于 10m 外, 其余水深都小于 10m。其中在长江口以北近岸有水深小于 10m 的羽状浅滩, 长江口附近有水深小于 5m 的沙洲, 长江入海口各航道的水深接近 10m。大约自海区的北液边界 122°E — 122.5°E 过渡到南液边界 122.5°E — 123°E 有一个海底地形显著

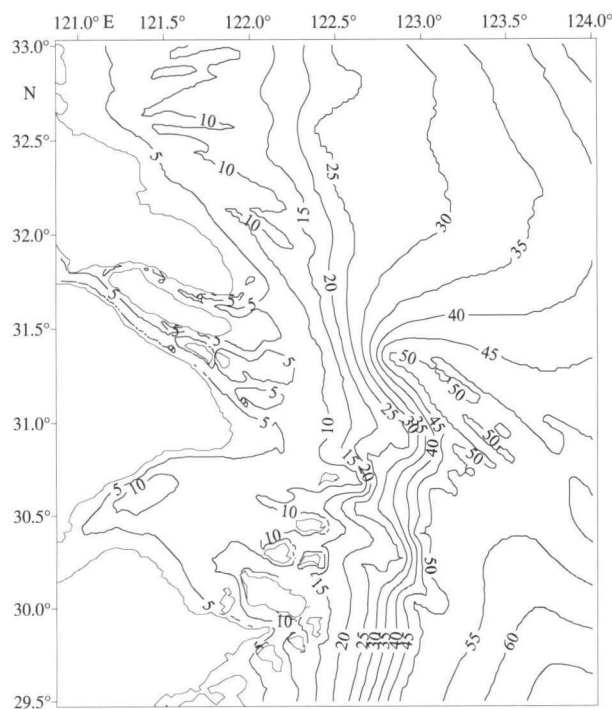


图 1 研究海区的地形特征

Fig. 1 Topography structure of the sea area

变化的陡坡, 陡坡在长江口外出现螺旋式扭转, 自螺旋式扭转至南液边界其坡度变化更为显著, 陡坡至外海海底地形又趋平缓。长江口以北陡坡以东的开阔区域的海底地形更为平缓, 其水深一般为 40m 左右, 长江口以南陡坡以东最大水深可达 70 m。

2 研究海区的环境条件

2.1 海面风应力

研究海区的海面风应力场取自 Helleman 等 (1983)。冬季整个海区盛行偏北风, 风向自北往南逐渐由 N 风转为 NNE 风, 风应力强度自北往南有逐渐增强的趋势。春季海区盛行偏东风, 风向自北往南逐渐由 SE 风过渡为 E 风, 再由 E 风过渡为 NE 风, 风应力强度自外海到近岸有逐渐减弱的趋势。夏季海区盛行东南风, 整个海区的风向和风应力强度都没有太大的变化。秋季, 整个海区除了风应力强度普遍比冬季小外, 其风应力的分布特征和变化趋势大致与冬季相同, 即盛行偏北风, 其风向自北到南和自外海到近岸逐渐由 N 风转为 NE 风, 风应力强度也随风向的变化逐渐由弱变强。纵观一年四季的风应力变化, 若按风应力强度的大小排序, 则以冬—秋—春—夏排列。

2.2 海面温度分布

海面温度(图 2)资料取自《渤海、黄海、东海海洋图集》¹⁾。由图 2 可以看出, 研究海区春季和夏季的海面温度总体呈南面和近岸高, 北面和外海低。除了长江和杭州湾口附近区域温度梯度较大外, 其他区域温度梯度较小, 与春季相比, 夏季的温度梯度更小。春季南面温度高于 18°C , 长江口和杭州湾内的温度可达 19°C , 北面近岸和外海的温度可分别达 17°C 和 14°C 以上。外海南北温差为 4°C , 而北面近岸与外海的温差为 3°C 。夏季海区南面温度高于 28°C , 长江口和杭州湾内的温度更是高达 30°C , 而海区北面的温度也高于 26°C , 南与北及近岸与外海的温差只有 2°C 左右。夏季在杭州湾口偏南有一个其中心温度约为 26°C 的低温区。秋季和冬季海区温度梯度大, 其温度分布为近岸低, 外海高, 近岸与外海温差大。冬季长江口和杭州湾内的温度只有 4°C , 外海东南角的温度高达 14°C 以上, 河口与外海的温差达 10°C 。秋季海区的最低温度(长江口内)接近 14°C , 外海东南角的温度可达 22°C , 温差也有 8°C 。

1) 青岛海洋大学, 1992. 渤海、黄海、东海海洋图集(水文). 北京: 海洋出版社, 20—157

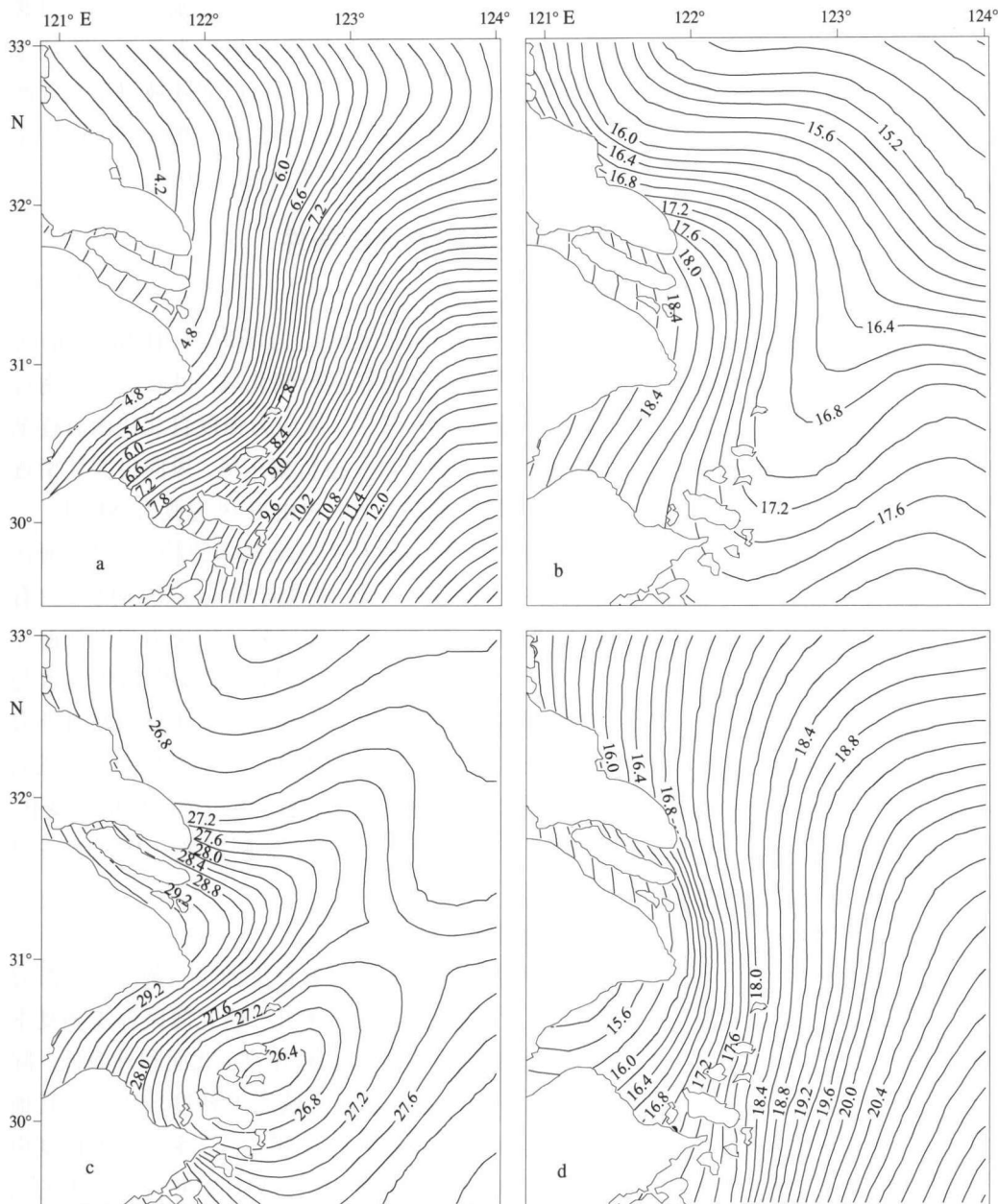


图2 海面温度分布

a.冬季; b.春季; c.夏季; d.秋季

Fig. 2 Temperature distribution on the sea surface

a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

2.3 海面盐度分布

海面盐度(图 3)资料取自《渤海、黄海、东海海洋图集》¹⁾。由图 3 等盐线分布可以看出,长江淡水出河口后,在东海沿岸流、台湾暖流的共同作用下,与外海高盐水产生剧烈混合,从而在长江和杭州湾口附近的表层形成很强的梯度,在长江至杭州湾口附近区域形成一个低盐区。冬季和秋季长江径流量小,

在偏北风及南下沿岸流和北上台湾暖流的共同作用下,冲淡水自长江口南下,低盐区主要分布于河口和杭州湾及其以南近岸区域。由于秋季长江径流量比冬季大,而偏北风又比冬季弱,因此低盐区的分布范围也比冬季大。春季和夏季特别是夏季长江径流量大,东海沿岸流减弱,在偏南风 and 台湾暖流的共同作用下,冲淡水向东北方向扩展,因此低盐区主要分布于长江口和杭州湾及东北外海的开阔区域。比较图 4a、b、c、d 的盐度分布及其变化趋势可以发现,长江冲淡水自冬季经春季到夏季,逐渐向东北扩展,而自夏季经秋季再到冬季又逐渐由外海向近岸退缩。整个海区海面盐度分布,按盐度由高

到低排序,则以冬—秋—夏—春排列。全年长江口内的盐度最低,盐度为 2—3。冬季海区西南角的盐度高,秋季远大于 33.5,夏季略大于 33.5,春季只有 31.5。

2.4 侧向液边界温度分布

图 4、图 5、图 6 分别是研究海区南、北和东三个液边界四季的温度分布《渤海、黄海、东海海洋图

1) 青岛海洋大学, 1992. 渤海、黄海、东海海洋图集(水文). 北京: 海洋出版社, 20—157

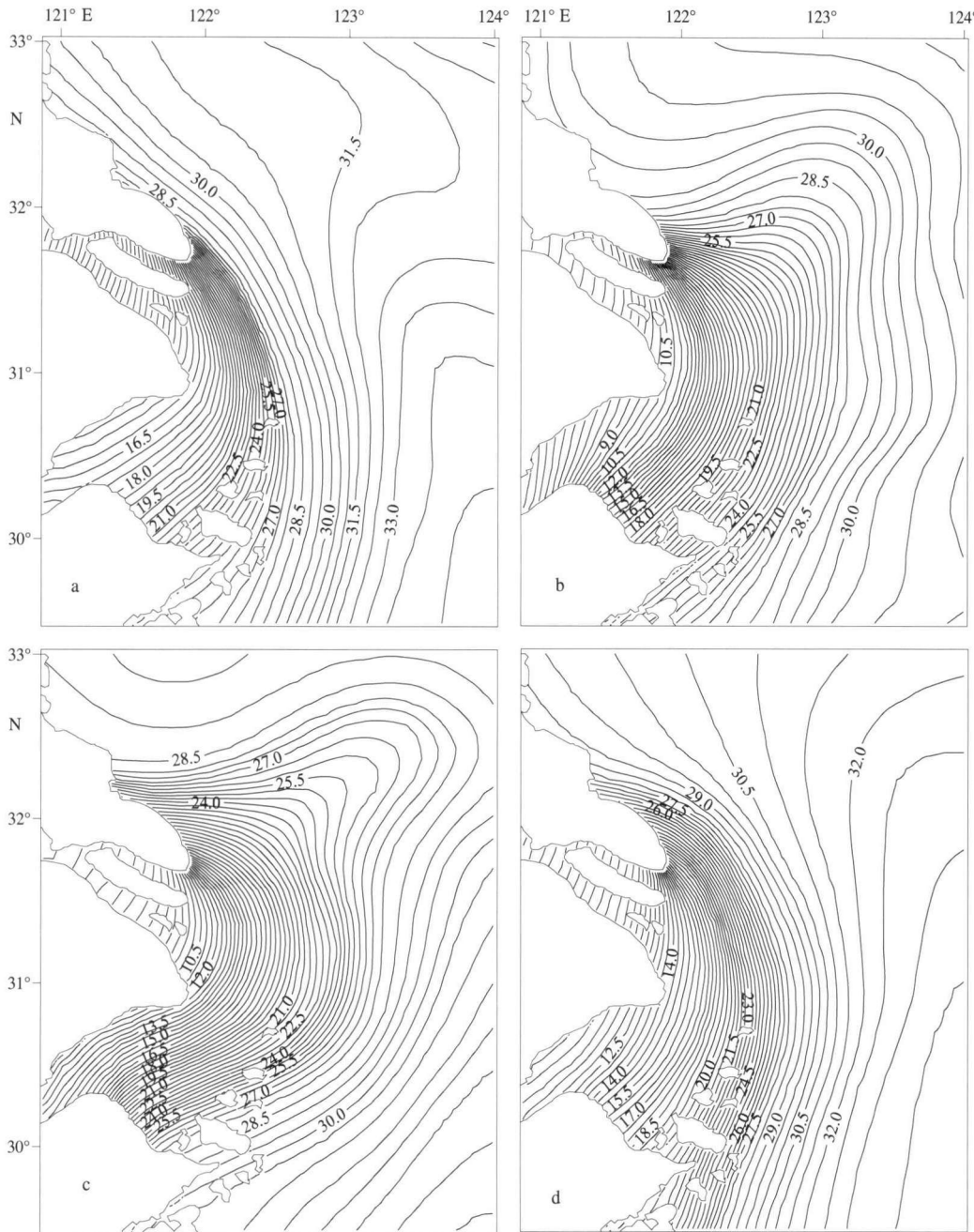


图3 海面盐度分布

a. 冬季; b. 春季; c. 夏季; d. 秋季

Fig. 3 Salinity distribution on the sea surface

a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

集》¹⁾。由图4可以看出,冬季(图4a)北液边界的温度自近岸至外海呈垂直均匀分布,且由低变高。近岸温度低于4℃,靠近东液边界的外海温度高于8℃,近岸与外海温差为4℃。春季(图4b)北液边界的外海已出现弱温跃层。春季近岸温度高,外海温度低,表层和底层相比,表层高,底层低。近岸表层温度已高达16℃,而底层略低。外海表层温度为14℃,底层却

低于10℃,表、底层温差已达4℃。夏季(图4c)北液边界的表层出现强温跃层,跃层强度自表层到底层逐渐减弱。夏季北液边界表、底层温差大,外海表层温度高达27℃,底层只有12℃,表、底层温差可达15℃。秋季(图4d)北液边界的温度在近岸大致呈垂直均匀分布,其垂直均匀程度自近岸至外海逐渐减弱,由近岸的垂直均匀逐渐变为外海的上层温度高底层温度略低的分布。秋季北液边界近岸温度低,外海温度高,近岸与外海温差小。近岸低于15℃,外海高于18℃,温差约有3℃。

由图5可以看出,冬季(图5a)南液边界的温度在近岸呈垂直均匀分布,垂直均匀程度自近岸至外海逐渐减弱,温度变化也逐渐趋缓。冬季南液边界温度

分布为近岸低,外海高,近岸温度低于9℃,外海东液边界附近的温度接近15℃,近岸与外海的温差达7℃。春季(图5b)南液边界近岸温度大致呈均匀分布,而在外海出现弱温度锋。弧形等温线中心的温度高,并自弧形中心至近岸、外海和底层由高变低。由这个半圆形高温区可以看出,春季台湾暖流北上的踪迹。春季南液边界表层与底层及近岸与外海的温度

1) 青岛海洋大学, 1992. 渤海、黄海、东海海洋图集(水文). 北京: 海洋出版社, 20—157

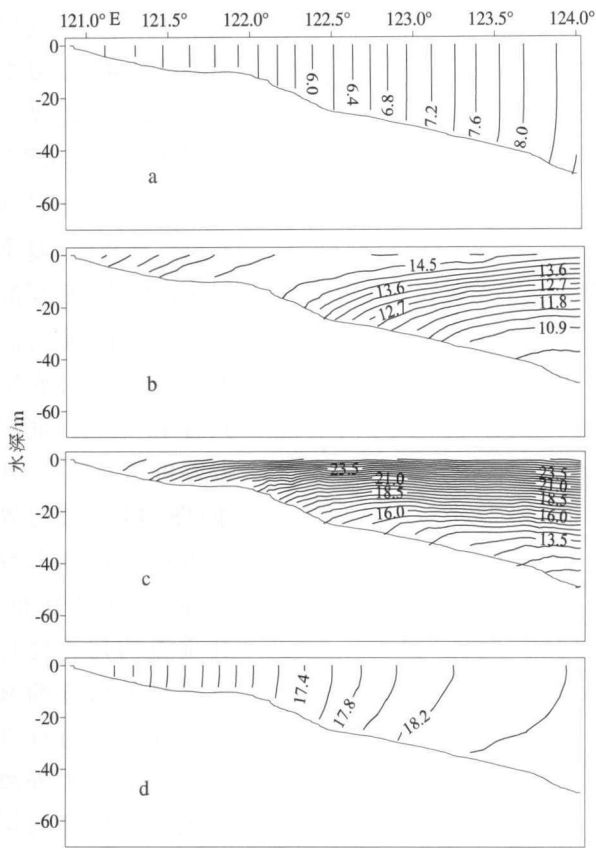


图4 北液边界温度分布
a.冬季; b.春季; c.夏季; d.秋季

Fig. 4 Temperature distribution on the north liquid boundary
a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

变化小, 其温差均不到 2℃。夏季(图 5c)南液边界温度的分布特征和变化趋势与北液边界大致相同, 表层出现强温跃层, 其跃层强度自表层到底层逐渐减弱。夏季南液边界表、底层温差大, 外海表层温度高达 28℃, 底层却只有 10℃, 表、底层温差有 18℃。秋季(图 5d)南液边界温度近岸呈垂直均匀分布, 自近岸至外海由垂直均匀逐渐变为水平均匀分布。秋季外海表层温度高, 近岸和底层温度低, 温度变化比春季大, 外海表层接近 22℃, 底层约为 18℃, 温差为 4℃。

由图 6 可以看出, 冬季(图 6a)东液边界的温度自南到北由高变低且呈垂直均匀分布。南边的温度为 16℃, 在 32°N 以北温度低于 8℃, 且大致呈均匀分布, 南北温差达 8℃。春季(图 6b)东液边界温度开始出现层化。温度自南往北和自海面到海底逐渐由高变低, 其层化现象自南往北也越来越明显。南边表层温度达 18℃, 底层为 16.5℃, 表、底层温差只有 1.5℃。而北边的表层温度达 14.5℃, 底层为 10.5℃, 表、底层温差可达 4℃。夏季(图 6c), 海区东液边界的次表层出现强温跃层, 其跃层强度自次表层到表层和底层

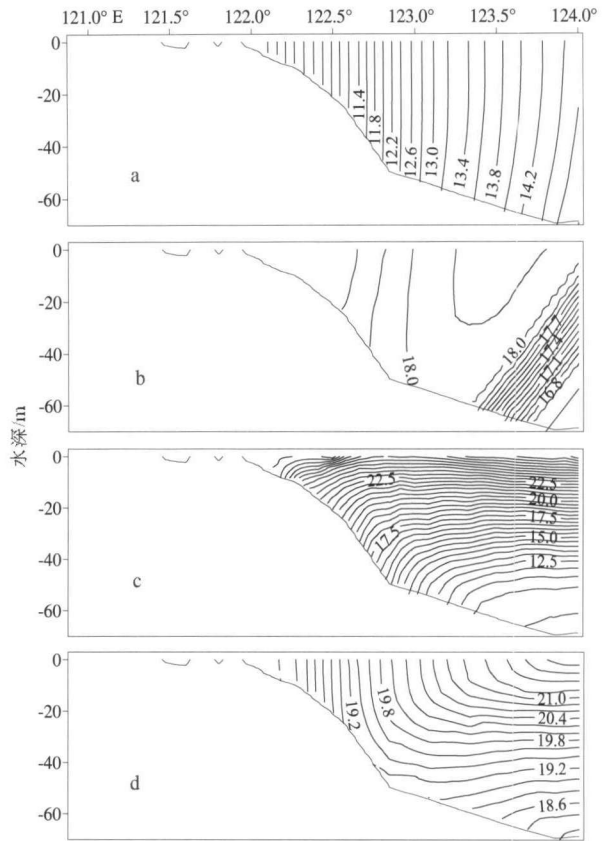


图5 南液边界温度分布
a.冬季; b.春季; c.夏季; d.秋季

Fig. 5 Temperature distribution on the south liquid boundary
a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

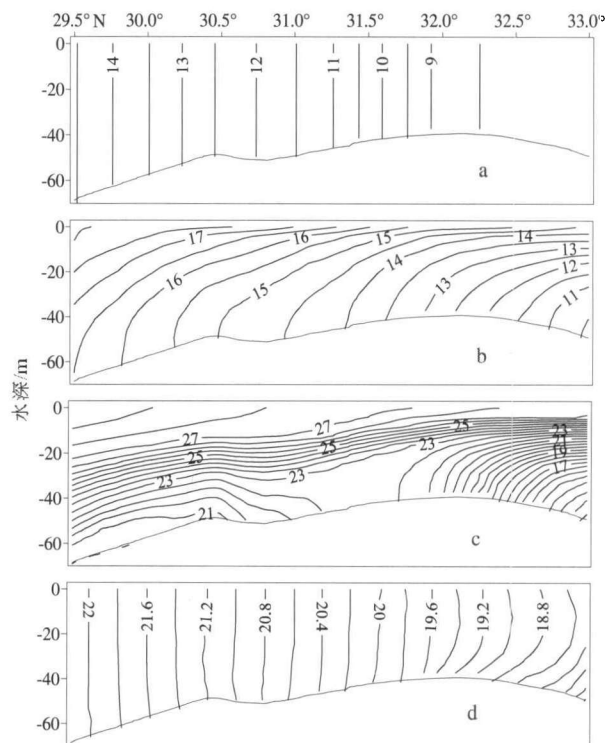


图6 东液边界温度分布
a.冬季; b.春季; c.夏季; d.秋季

Fig. 6 Temperature distribution on the east liquid boundary
a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

逐渐减弱, 而自南至北却逐渐增强。夏季东液边界表、底层温差大, 南边表层温度高达 28°C , 底层为 21°C , 表、底层温差为 7°C 。而北边的表层温度为 26°C , 底层只有 13.5°C , 表、底层温差达 12.5°C 。秋季(图 6d)海区东液边界的温度大致呈垂直均匀分布, 其垂直均匀程度自南往北逐渐减弱, 由垂直均匀逐渐变为中层温度高, 表层和底层温度低的分布。秋季温度南边高, 北边低, 南边为 22°C , 而北边也有 18°C 。南北温差只有 4°C 。

2.5 侧向液边界盐度分布

图 7、图 8 和图 9 分别是研究海区南、北和东液边界四季的盐度分布, 资料取自《渤海、黄海、东海海洋图集》¹⁾。由图 7 可以看出, 冬季(图 7a)北液边界的盐度自近岸至外海呈垂直均匀分布, 近岸盐度低, 外海盐度高, 且自近岸至外海逐渐由低变高, 近岸盐度为 30, 外海靠近东边界的盐度高于 33, 近岸与外海的盐差为 3。春季(图 7b)北液边界近岸和外海的盐度变化较显著。盐度为近岸和表层低, 外海和底

层高, 中部大致呈均匀分布。近岸盐度为 30, 外海底层为 32.6, 近岸至外海表、底层盐差大约可由 0.1 增大到 0.5。夏季(图 7c), 北液边界的表层出现强盐跃层, 其跃层强度自表层到底层逐渐减弱。夏季北液边界表、底层盐差大, 外海表层盐度为 29.5, 底层却高于 34, 表、底层盐差可达 4.5。秋季(图 7d)北液边界的盐度在近岸大致呈垂直均匀分布, 由近岸至外海逐渐由垂直均匀变为上层盐度低, 底层盐度高的分布。秋季近岸盐度低, 外海盐度高, 表层与底层相比, 表层低, 底层高。近岸盐度为 29.5, 外海表层盐度为 32, 底层高于 33.4。

由图 8 可以看出, 冬季(图 8a)南液边界的盐度呈垂直均匀分布, 垂直均匀分布程度自近岸至外海逐渐减弱。与外海相比, 近岸盐度变化显著, 外海盐度大致呈均匀分布。冬季南液边界近岸盐度低, 自近岸至外海由低变高。近岸盐度低于 27, 外海靠近东液边界的盐度高于 34, 近岸与外海的盐差达 7。春季(图 8b)南液边界的盐度由近岸的大致垂直均匀变为大致

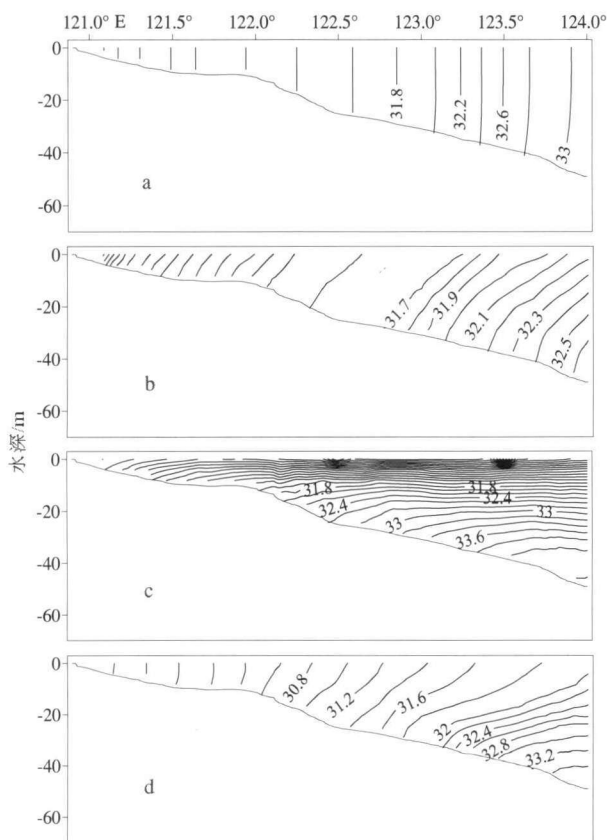


图 7 北液边界盐度分布

a. 冬季; b. 春季; c. 夏季; d. 秋季

Fig.7 Salinity distribution on the north liquid boundary
a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

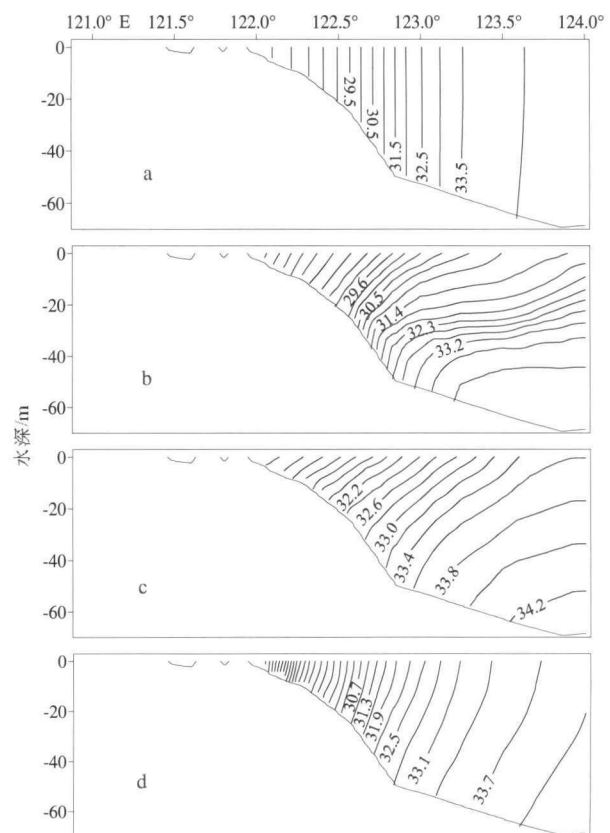


图 8 南液边界盐度分布

a. 冬季; b. 春季; c. 夏季; d. 秋季

Fig.8 Salinity distribution on the south liquid boundary
a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

1) 青岛海洋大学, 1992. 渤海、黄海、东海海洋图集(水文). 北京: 海洋出版社, 20—157

水平均匀分布。与外海相比,近岸盐度变化显著,外海底层盐度大致呈均匀分布。近岸和表层盐度低,外海和底层盐度高,自近岸至外海和自表层至底层由低变高。近岸盐度为27,外海表层为31.4,底层达34。夏季(图8c),南液边界盐度的分布特征和变化趋势大致与春季相同。只是近岸的层化比春季更加明显,而外海的层化远弱于春季。夏季近岸至外海的盐度普遍高于春季,近岸接近31,外海底层可高于34。秋季(图8d)南液边界盐度分布特征和变化趋势与冬季接近。只是近岸盐度的变化程度和自近岸至外海的垂直均匀程度更弱于冬季。秋季近岸盐度比冬季低,近岸低于26,外海高于34,近岸与外海的盐差可达8。

由图9可以看出,冬季(图9a)海区东液边界的盐度自南至北均呈垂直均匀分布,盐度自南往北经历了由高变低和由低变高的两个过程。南边和北边的盐度高,在 32° — 32.5° N有一个其盐度大致呈均匀分布的低盐区。南边盐度高于34.3,北边为33,低盐区低于32.3。春季(图9b)在海区东液边界的中部以南出现盐跃层,其跃层强度自南到北和自次表层到表层和底层逐渐减弱。这显然与春季长江冲淡水向东南扩展有关。跃层强度大的区域表、底层盐差大,海区南边表、底层盐差可达2.4,而北边表、底层盐差仅为0.8。

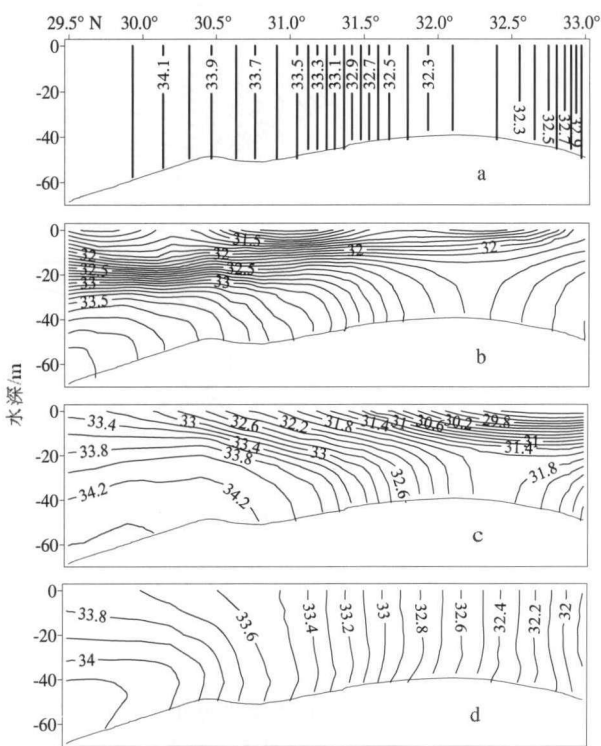


图9 东液边界盐度分布

a. 冬季; b. 春季; c. 夏季; d. 秋季

Fig.9 Salinity distribution on the east liquid boundary
a. Winter; b. Spring; c. Summer; d. Autumn

夏季(图9c),东液边界盐度的分布特征和变化趋势与春季大致相似,在中部以北的次表层出现盐跃层。跃层强度自北到南和自次表层到表层和底层逐渐减弱,这显然是夏季长江冲淡水向东北扩展所致。南边的表、底层盐差只有1,而北边表、底层盐差达2.2。秋季(图9d)东液边界自南往北随着其层化的减弱盐度逐渐变为垂直均匀分布。秋季东液边界南北盐差仅为2,南边表、底层盐差仅为0.5。

3 实施方案

本研究利用的 POM 模型为全球通用,因此动力学方程及其差分格式在文中没有给出。将研究海区沿纬向(29.5° N— 33° N)、经向(120.9° E— 124° E)分成 187×121 个网格节点,水平网格距为 $(1/60)^{\circ}$ 。垂向采用 sigma 坐标,自海面至海底以等距分为35层。冬、春、夏和秋季海面动量分别按风应力给出,海面温度和盐度分别以图2和图3所示给出。西液边界给出长江和杭州湾顶富春江的径流量。根据常年观测,除了个别年份(1964, 1998)外,夏季长江年平均径流量一般约为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$ 、冬季约为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{s}$,春季和秋季介于冬季和夏季之间。根据乐肯堂等(1992)提供的大通站多年平均流量并考虑到长江三峡工程的调控,长江冬、春、夏、秋的径流量分别以 $15216 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $20010 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $44992 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $21737 \text{ m}^3/\text{s}$ 给出;富春江径流量分别以 $1046 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1111 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $2239 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $1178 \text{ m}^3/\text{s}$ 给出。南和北液边界分别给出台湾暖流和东海沿岸流各季节的流量,根据赵保仁等(1991 b)东海主要水道的流量估算,南液边界台湾暖流的流量分别以 $1140816 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1070592 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1139847 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $1070592 \text{ m}^3/\text{s}$ 给出;北液边界东海沿岸流的流量分别以 $12874.26 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $2757 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $693.5126 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $2943.173 \text{ m}^3/\text{s}$ 给出。进入海区的水体主要由东液边界和北液边界靠近外海的一侧流入外海,根据质量守恒原理,由东液边界流出海区的流量分别为 $901679.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $902824.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $963129.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $904801.2 \text{ m}^3/\text{s}$,由北液边界流出海区的流量分别为 $268272.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $191648.7 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $176718.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $191648.7 \text{ m}^3/\text{s}$ 。以图4、5、6和图7、8、9所示分别给出南、北和东液边界各季节的温度和盐度分布。初始条件 $u=v=w=0$,温度和盐度的初值分别以海区底层最低温度和最高盐度给出。外模时间步长 $\Delta t_1=6\text{s}$,内模时间步长 $\Delta t_2=\Delta t_1 \times 30=180\text{s}$ 。

4 结语

为了揭示并探明长江口及其邻近海区环流和温、盐结构的动力机制, 为该海区的生态环境动力学研究提供动力依据。首先对研究海区的地形特征、海面风应力、温度、盐度以及液边界断面的温度和盐度观测资料进行了分析。从三维斜压流体动力学模型(POM)出发, 利用研究海区冬季、春季、夏季和秋季的海面风应力、温度和盐度以及南、北和东液边界的温度和盐度分布作为海面和侧向液边界条件, 并考虑长江径流、台湾暖流和东海沿岸流等外海入流及其变化的影响, 对研究海区四个季度节的斜压环流和温、盐结构实施了系统的动力学数值研究, 获得了与观测事实相一致的三维流速和温、盐结构空间分布场。由于受篇幅的限制, 对于环流、温度和盐度的数值结果及详细论述将分别在文 II, III 和 VI 中给出。

参 考 文 献

- 毛汉礼, 甘子钧, 兰淑芳, 1963. 长江冲淡水及其混合问题的初步探讨. 海洋与湖沼, 5(3): 183—205
- 乐肯堂, 1984. 长江冲淡水路径问题的初步研究 I. 模式. 海洋与湖沼, 15(2): 157—166
- 乐肯堂, 1986. 关于长江冲淡水路径的若干问题. 海洋科学集刊, 27: 222—228
- 乐肯堂, 1989. 长江冲淡水路径问题的初步研究 II. 风场对路径的作用. 海洋与湖沼, 20(2): 139—147
- 乐肯堂, 于振娟, 张法高, 1992. 长江口外海流结构及其季节变化. 海洋科学集刊, 33: 51—67
- 吕新刚, 乔方利, 夏长水等, 2007. 长江口外及浙江沿岸夏季上升流的潮生机制. 中国科学 D 辑, 1: 133—144
- 朱建荣, 李永平, 沈焕庭, 1997. 夏季风场对长江冲淡水扩展影响的数值模拟. 海洋与湖沼, 28(1): 72—79
- 朱建荣, 肖成猷, 沈焕庭, 1998. 夏季长江冲淡水扩展的数值模拟. 海洋学报, 20(5): 13—22
- 严以新, 高进, 诸裕良等, 2001. 长江口深水航道治理与河床演变关系初探. 河海大学学报, 29(5): 7—12
- 张庆华, 乔方利, 陈水明, 1993 a. 地形和沿岸流对长江冲淡水的作用. 海洋学报, 15(6): 1—15
- 张庆华, 董昌明, 1993b. 长江冲淡水与邻近海域生态与环境的关系. 黄渤海海洋, 11(3): 27—28
- 林金祥, 王宗山, 1985. 关于长江冲淡水异常变化分析. 黄渤海海洋, 3(4): 11—19
- 赵保仁, 1991a. 长江冲淡水转向机制问题. 海洋学报, 13(5): 598—610
- 赵保仁, 方国洪, 1991b. 东海主要水道的流量估算. 海洋学报, 13(2): 169—178
- 赵保仁, 1992. 长江冲淡水锋面变动及其与流量的关系. 海洋科学集刊, 33: 27—37
- 赵保仁, 1993. 长江口外的上升流现象. 海洋学报, 15(2): 108—114
- 浦泳修, 许小云, 1983. 从水位和海区盐度变化看长江冲淡水的扩展. 海洋学报, 2(3): 1—7
- 顾玉荷, 1985. 长江冲淡水转向原因的探讨. 海洋与湖沼, 16(5): 354—363
- 程江, 何青, 夏小明, 2007. 长江口徐六泾悬浮细颗粒泥沙絮凝体特性. 海洋与湖沼, 38(4): 304—313
- 管秉贤, 1962. 有关我国近海海流研究的若干问题. 海洋与湖沼, 4(3—4): 121—141
- Hellerman S, Rosentein M, 1983. Normal monthly wind stress over the world ocean with error estimates. Journal of physical Oceanography, 13: 1093—1104

THE DYNAMIC OF CIRCULATION AND TEMPERATURE-SALINITY STRUCTURE IN THE CHANGJIANG MOUTH AND ITS ADJACENT MARINE AREA

I. BOUNDARY CONDIIION AND RESEARCH SCHEME

LIU Xing-Quan, YIN Bao-Shu, HOU Yi-Jun

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

Abstract Hydrodynamic study in the Changjiang River mouth and its adjacent area (120.9—124°E, 29.5—33°N) raised extensive interests in recent years. To reveal the dynamic mechanism regarding horizontal/vertical circulation and the temperature/salinity (T/S) structure in the area, surface wind stress and T/S distribution were analyzed on the topography characteristics with offside sea as the side liquid boundary condition in consideration of influences from Changjiang River runoff, the East China Sea coastal current, and Taiwan warm current Using 3D baroclinic ocean model (POM), numerical simulations were performed for circulation and T/S patterns of the research area in season. The distribution of three-dimensional current velocity and T/S structures was consistent with the previous investigation results.

Key words Changjiang River mouth, Circulation, Temperature-salinity structure, Sea surface boundary, Side liquid boundary